

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual professional practice in the company

2018

Ondřej Lasák

Zadání bakalářské práce

Student: **Ondřej Lasák**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ELPROM SERVICE s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: *30. dubna 2018*


.....
podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Dr. Ing. Zdeňku Medvecovi za pomoc, při vedení mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval panu Romanu Piskalovi, Romanu Barabaschovi a Marku Dudkovi za odborný dohled a konzultaci při vytváření mé bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce popisuje průběh individuální odborné praxe ve firmě ELPROM SERVICE s.r.o.

Na začátku je popsána působnost firmy a pracovní zařazení studenta. Dále jsou zobrazeny pracovní úkoly, kterými se student během praxe zabýval, včetně jejich časové náročnosti. Následně je stručně popsána obecná výroba rozvaděčů. V další části je zobrazen pracovní postup u konkrétních rozvaděčů, kterými se student zabýval.

V závěru jsou vypsány zkušenosti a znalosti, které student získal během absolvování odborné praxe a přínos studia na VŠB-TUO, pro praxi v dané firmě.

Klíčová slova

ELPROM SERVICE s.r.o.; odborná praxe; výroba rozvaděčů; dokumentace; schéma;

Abstract

Bachelor thesis describes the progress of the individual professional practice in the company ELPROM SERVICE s.r.o.

At the beginning it is described the scope of the firm and job classification of the student. Further are shown the working tasks that the student during the practice dealt with, including their time complexity. Subsequently, it is briefly described the general production of switchboards. In the next section it is shown the working procedure for the specific switchboards, which a student dealt with.

In conclusion, there is a listed experience and knowledge that the student gained during the professional practice and the contribution of studies at VŠB-TUO, for practice in this firm.

Key words

ELPROM SERVICE s.r.o.; Professional Practice; manufacture of switchboards; documentation; schema;

Seznam použitých symbolů a zkratek

Zkratka	Význam
A	Ampér
CNC	Číslicově řízený obráběcí stroj
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DC	Stejnoseměrný proud
IP	Stupeň krytí
L	Fázový vodič
MW	Megawatt
N	Střední vodič
NN	Nízké napětí
PC	Počítač
PE	Ochranný vodič
PLC	Programovatelný logický automat
UPS	Zdroj nepřetržitého napětí
V	Volt
VN	Vysoké napětí
mm	Milimetr
s.r.o	Společnost s ručeným omezením

Obsah

Úvod.....	- 10 -
1 Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonával odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta	- 11 -
1.1 Hlavní aktivity firmy	- 11 -
1.2 Pracovní zařazení studenta	- 13 -
2 Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením k jejich časové náročnosti	- 14 -
3 Stručný popis obecné výroby rozvaděčů.....	- 15 -
3.1 Objednávka.....	- 15 -
3.2 Dokumentace.....	- 15 -
3.3 Příprava montážního panelu nebo kostry	- 15 -
3.3.1 Příprava montážního panelu	- 15 -
3.3.2 Příprava montážní kostry.....	- 16 -
3.4 Osazování a popis přístrojů	- 16 -
3.5 Osazování a popis svorek	- 16 -
3.6 Popisování vodičů	- 17 -
3.6.1 Popis pomocí Partexů	- 17 -
3.6.2 Popis pomocí smršťovací bužírky	- 17 -
3.6.3 Popis pomocí plastových štítků	- 18 -
3.6.4 Označování vodičů v Rusku.....	- 18 -
3.7 Volba barvy a tloušťky vodičů	- 19 -
3.8 Zapojování vodičů.....	- 20 -
3.9 Zemnění skříně.....	- 20 -
3.10 Finální úpravy	- 20 -
3.11 Zkoušení	- 21 -
3.12 Balení a přeprava.....	- 22 -
4 Pracovní postup při výrobě konkrétních rozvaděčů	- 23 -
4.1 Výroba pultového rozvaděče do Thajska	- 23 -
4.2 Montáž a zapojení rozvaděčů Arcelor Mitall Frýdek Místek.....	- 25 -
4.3 Výroba skříňového rozvaděče do elektrárny Dětmárovice	- 27 -
4.4 Výroba rozvaděčů do Ruska.....	- 31 -

4.5	Výroba přechodových krabic	- 32 -
5	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	- 33 -
6	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	- 34 -
7	Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	- 35 -
	Literatura:	- 36 -
	Seznam příloh:	- 37 -

Úvod

Elektrické rozvaděče tvoří nedílnou součást elektrické sítě. Jsou základem pro rozvody veškerých kabelů a elektrických prvků například pro jištění, ovládání a měření. V dnešní době se můžeme s rozvaděči setkat prakticky všude. Právě výrobou rozvaděčů jsem se zabýval po celou dobu mé bakalářské praxe ve firmě ELPROM SERVICE s.r.o.

V úvodu mé práce je popsáno působení firmy ELPROM SERVICE s.r.o. a mé pracovní zařazení u této firmy. Dále se nachází seznam pracovních úkolů, které mi byly po dobu celé praxe zadány, včetně jejich časové náročnosti.

V další části práce je jen velice stručně popsána obecná výroba rozvaděčů. Následně jsou stručně popsány vybrané pracovní úkoly, kterými jsem se během praxe zabýval. Vybral jsem tady například zakázku pro firmu Arcelor Mittal, ve které jsme prováděli rekonstrukci starých rozvaděčů, dále výrobu pultového rozvaděče pro ovládání průmyslových vrtaček, výrobu skříňového rozvaděče do Dětmovic a další.

1 Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonával odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta

Absolvování mé individuální odborné praxe probíhalo ve firmě ELPROM SERVICE s.r.o. Tato firma vznikla již v roce 1998 pod názvem Roman Piskala – Projektování elektrických zařízení. Firma se zabývala projekční činností v oblasti průmyslové automatizace, elektrotechnologie NN. [1]

V roce 2005 vznikla firma Roman Piskala – ELPROM SERVICE, která se již zabývá projektováním a realizací zakázek z oblasti elektroinstalace, měření a regulace, elektrotechnologie NN, průmyslová automatizace, telekomunikace a fotovoltaické systémy. [1]

S počátkem roku 2011 se firma postupně stěhovala do nové budovy v blízkosti Ostravy (Ostrava – Ludgeřovice), která vyhovuje požadavkům jak montážním, tak projekčním. Firma se také transformovala na společnost ELPROM SERVICE s.r.o. [1]

1.1 Hlavní aktivity firmy

Sílnoproudé a slaboproudé instalace:

- Elektroinstalace domu, bytů a průmyslových staveb
- Montážní práce, opravy, rekonstrukce
- Výroba rozvaděčů NN
- Renovace elektrotechnických zařízení NN
- Přípojky NN [1]

Technologie VN/NN:

- odbočky z vedení VN
- přípojky VN [1]

Fotovoltaické systémy na klíč:

Společnost ELPROM SERVICE s.r.o. působí na trhu fotovoltaických systémů již třetím rokem. Za tuto dobu firma dodala materiál a realizovala fotovoltaické elektrárny v rámci ČR o celkovém výkonu 18 MW. Realizovala fotovoltaické elektrárny jak v režimu zeleného bonusu, tak i přímého prodeje. V současnosti řeší koncepce návrhu hybridních systémů, kdy bude zákazník připojen na systém malé větrné elektrárny v kombinaci s fotovoltaickou elektrárnou, kdy je dosaženo vyšších účinností tohoto systému. Tento systém je možno navrhnout také v režimu ostrovního provozu, kdy zákazník je závislý jen na vlastní výrobě elektrické energie a při výpadku tohoto systému je pomocí automatiky připojen k distribuční síti. [1]

Domovní a průmyslová automatizace:

- Optimální návrh a realizace automatizace
- Dálkové ovládání a automatická regulace topení, klimatizací a vzduchotechniky

-
- Automatizace pomocí dálkového ovládání garážových vrat, branek, vchodů
 - Servis domovní automatizace [1]

Projekční činnost elektrotechnických systémů:

- Realizace technologických celků na klíč
- Strojní konstrukce
- Tvorba výkresových dokumentací
- Projektování elektrotechnických celků
- Návrh elektroinstalací, rozvaděčů a tvorba dokumentace
- Optimalizace výrobních procesů a postupů
- Revize a revizní zkoušky vyhrazených technických zařízení
- Bezpečnost strojních zařízení
- Funkční bezpečnost elektronických systémů
- Supervize technických zařízení v průběhu stavby [1]

Výroba rozvaděčů:

- Průmyslové rozvaděče a rozvodnice
- Rozvodnice pro bytové účely
- Elektroměrové rozvaděče
- Staveništní rozvaděče
- Rozvaděčové ovládací pulty
- Rozvaděče pro pracovní stroje
- Zásuvkové a deblokační skříně
- Rekonstrukce rozvaděčů [1]

Revize elektroinstalací:

Kontrola elektrického zařízení - činnost prováděná na elektrickém zařízení, při které se zjišťuje technický stav elektrického zařízení (např. zkouškou, měřením, prohlídkou apod.)

Revize elektrického zařízení - činnost prováděná na elektrickém zařízení, při které se prohlídkou, měřením a zkoušením zjišťuje stav elektrického zařízení z hlediska jeho bezpečnosti. Součástí revize je vypracování zprávy o revizi. [1]

Dodávky měřicí a regulační techniky:

- Regulovaný systém pro vytápění
- Regulovaný systém pro vzduchotechniku
- Regulovaný systém pro chlazení

-
- Regulovaný systém solární systémy
 - Monitorovací a řídicí systémy
 - Řízení systémů budov (inteligentní budovy)
 - Měřiče tepla a měřiče pro rozúčtování topných nákladů [1]

Počítačové a datové sítě:

- Realizace rozvodu PC sítí v domácnostech
- Realizace datových komunikací
- Realizace optických komunikací [1]

Návrhy, dodávka a montáž osvětlení:

Firma se zabývá realizací osvětlení vnitřních a venkovních prostorů. Pomocí programu Relux navrhne osvětlovací soustavu a její vizualizaci v reálné podobě. Na základě návrhu osvětlovací soustavy poradí také s nejvhodnějšími světelnými zdroji tak, aby bylo dosaženo co nejvyšší úspory elektrické energie. Zabývá se náhradou tradičních světelných zdrojů za LED technologii. [1]

1.2 Pracovní zařazení studenta

Ve firmě ELPROMSERVICE s.r.o. pracuji brigádně již od července roku 2017 na pozici elektrotechnika ve výrobě rozvaděčů. Ze začátku, během prvních dvou týdnů jsem pracoval převážně na pozici zámečnicka. Má práce většinou zahrnovala přípravu rámu (koster) na rozvaděče, děrování otvorů na vývodky, kontrolky, tlačítka... Následně má práce zahrnovala uzemňování rozvaděčů, osazování rámu danými součástkami a jejich popisem. Zhruba po měsíci jsem byl již na pozici elektrotechnika, kde jsem se již dostal k samotnému zapojování a kompletaci celých rozvaděčů. Na této pozici budu pracovat také během absolvování odborné praxe.

2 Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením k jejich časové náročnosti

- Výroba rozvaděče zakázka č.98 – 27 hodin
- Montáž a zapojení rozvaděčů Arcelor Mittal Frýdek Místek – 32 hodin
- Výroba elektroměrového rozvaděče pro ČEZ zakázka č.87 – 12 hodin
- Oprava rozvaděče Ingeteam zakázka č.108 – 8 hodin
- Výroba rozvaděčů do Ruska zakázka č.96 – 59 hodin
- Výroba rozvaděče do Ruska zakázka č.77 - 16 hodin
- Výroba rozvaděče do Ruska zakázka č.119 - 18 hodin
- Výroba rozvaděče do Ruska zakázka č.125 - 26 hodin
- Výroba rozvaděče Arcelor Mittal zakázka č.114 – 17 hodin
- Výroba elektroměrového rozvaděče ČEZ zakázka č.134 – 8 hodin
- Výroba rozvaděče pro Slovenské dráhy zakázka č.137 – 21 hodin
- Výroba rozvaděče pro Vítkovice zakázka č.132 – 20 hodin
- Výroba rozvaděče do Dětmárovic zakázka č.139 – 28 hodin
- Výroba rozvaděče do Íránu zakázka č.146 – 24 hodin
- Výroba pultového rozvaděče do Thajska zakázka č.135 – 20 hodin
- Výroba rozvaděčů do Ruska zakázka č.136 – 72 hodin
- Výroba přechodových krabiček pro Ingeteam zakázka č.3 – 32 hodin
- Výroba rozvaděčů do Ruska zakázka č.145 – 83 hodin
- Výroba pultového rozvaděče zakázka č.4 – 35 hodin
- Montáž rozvaděčových skříní zakázka č.17 – 17 hodin
- Výroba rozvaděče pro Ingeteam zakázka č.15 – 29 hodin
- Výroba rozvaděče pro Arcelor Mitall zakázka č.23 – 25 hodin
- Výroba rozvaděče pro Ingeteam zakázka č.24 – 38 hodin

3 Stručný popis obecné výroby rozvaděčů

3.1 Objednávka

Každá objednávka musí obsahovat všechny důležité informace, podle kterých následně projektant vytvoří dokumentaci pro daný rozvaděč.

Patří zde například jmenovité napětí, jmenovitý proud, jmenovitý zkratový proud, jmenovitý kmitočet, stupeň krytí IP, druh napětíové soustavy...

Dále musí zákazník sdělit své požadavky ohledně konstrukce celého rozvaděče. Zde patří například volba materiálu skříně (ocel, nerezová ocel, plast...), rozměry a typ skříně, požadavky na popis přístrojů a vodičů, volba barvy vodičů, umístění přívodních vodičů soustavy...

3.2 Dokumentace

Dokumentace tvoří velice důležitou část pro výrobu rozvaděče. V dnešní době se všechny dokumentace tvoří elektronicky, nejčastěji v programech jako například EPlan, AutoCAD... Dokumentace pro naši firmu tvoří převážně firma Ingeteam. V dokumentaci bychom měli najít všechny důležité informace, podle kterých bychom měli být schopni rozvaděč vyrobit.

3.3 Příprava montážního panelu nebo kostry

Rozvaděče se podle konstrukce dělí hlavně na dva základní typy. Prvním typem jsou montážní panely, které se obvykle vyrábějí z ocelových plechů o tloušťce minimálně 1,5 mm. Druhým jsou montážní rámy (kostry). Tyto rámy se dle zakázky složí do požadovaného tvaru a velikosti.

3.3.1 Příprava montážního panelu

Po obdržení výkresové dokumentace, ve které je rozkreslené jednotlivé rozmístění přístrojů, žlabů a DIN lišt, může začít samotná práce. Nejdříve si vezmeme montážní panel daných rozměrů. Následně si ho umístíme na podstavce. Podle dokumentace si na panel rozkreslíme jednotlivé kóty a pomocné čáry, dle kterých následně rozmístíme DIN lišty a montážní žlaby. Montážní žlaby se vyrábí v různých velikostech. Nejčastěji používáme žlaby o rozměrech 25x80, 40x80, 60x80, 80x80, 100x80 a 120x80 mm. Pomocí speciálních nůžek montážní žlaby a DIN lišty zkrátíme na potřebnou délku. Poté je rozmístíme na určená místa na montážním panelu. DIN lišty i žlaby v sobě mají otvory, které slouží k upevnění na montážní panel. Tyto otvory si pomocí fixy obkreslíme na panel a následně je pomocí vrtáku o průměru 4 mm vyvrtáme. Do připravených otvorů, které slouží k upevnění DIN lišt je následně potřeba ještě vyvrtat závit. Po vyvrtání celý montážní panel ometeme a pomocí lihu očistíme. Pomocí šroubu s vějířovou podložkou upevníme DIN lišty. Žlaby upevníme pomocí plastových nýtků. Tyto plastové nýtky jsou použity z toho důvodu, že ve žlabech nesmí být žádné kovové části. Poté se musí v místech, kde se montážní žlaby protínají vystříhnout otvory, kterými následně budeme moci vést vodiče. Pokud jsou otvory pro upevnění montážního panelu ke skříni v některých místech zakryty žlabem, musíme vystříhnout i tyto místa. Na závěr musíme připravit krycí lišty, které slouží k uzavření montážních žlabů a tím i k ochraně vodičů vedených uvnitř. Tyto lišty nastříháme na potřebnou délku a upevníme k montážnímu žlabu. Tímto je panel připraven k osazování.

3.3.2 Příprava montážní kostry

Montážní rám (kostra) se obvykle skládá až při výrobě samotného rozvaděče. Tělo rámu tvoří dvě plechové boční stěny, které mají v sobě navrtány otvory. Tyto otvory slouží k upevnění držáků na DIN lišty. Tyto držáky se musí upevnit tak, aby bylo následně možné celý rozvaděč uzavřít pomocí krytů. Následně se na tyto držáky připevní DIN lišty. Upevnění se provádí pomocí samořezných šroubů. Poté je již kostra připravena k osazování.

3.4 Osazování a popis přístrojů

Dle dokumentace si najdeme potřebné přístroje. Každý přístroj má obvykle svůj specifický kód, dle kterého přístroj bezpečně poznáme. Následně začneme všechny přístroje upevňovat dle dokumentace na montážní panel. Většina přístrojů je vyrobena tak, aby je bylo možné připevnit na nachystané DIN lišty. Některé přístroje ovšem takto upevnit nejde (obvykle přístroje větších rozměrů jako například frekvenční měniče, odpojovače, deony, silové stykače...). Tyto přístroje je potřeba připevnit přímo k montážnímu panelu.

Osazování přístrojů na montážní kostru se provádí obdobně. Pro přístroje, které není možné upevnit na DIN lištu, je potřeba připevnit na držáky kus plechu. Na tento plech poté následně upevníme dané přístroje.

Všechny přístroje následně musíme popsat, abychom věděli, o který přístroj se jedná a mohli ho následně zapojit. Popisování přístrojů se obvykle provádí pomocí samolepicích štítků. Tyto štítky se tisknou na lepicí pásku pomocí tiskárny. Na štítcích bývá obvykle umístěn název prvků a skupina, pod kterou daný prvek spadá. Těmito štítky se následně všechny přístroje polepí. U rozvaděčů, které jsou tvořeny z montážního panelu, se lepí štítky i na panel přímo nad daný přístroj.

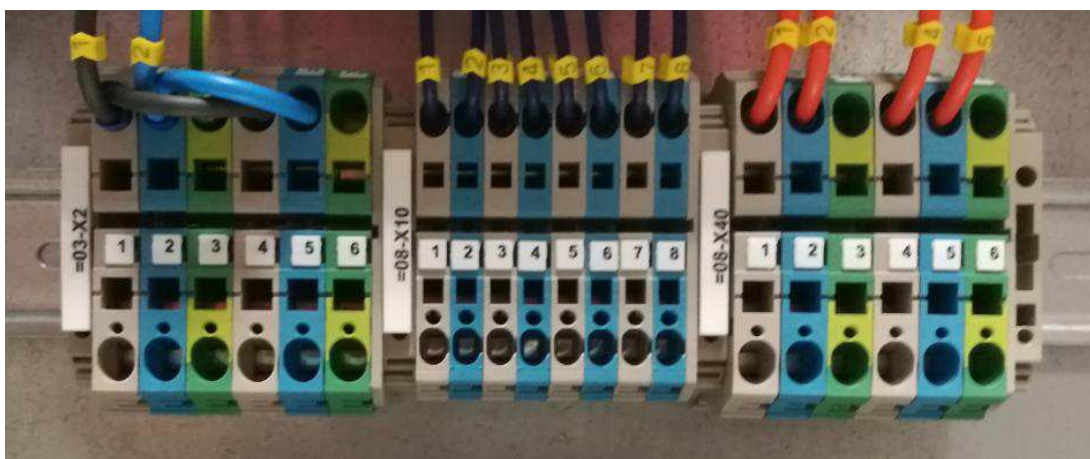
3.5 Osazování a popis svorek

Výrobci nabízejí nepřeberné množství svorek do rozvaděčů. Naprostá většina je vytvořena tak, aby je bylo možné upevnit na DIN lištu. Svorky se vyrábějí v různých velikostech a barvách. Dle připevnění vodičů můžeme svorky rozdělit na dva základní typy. Prvním typem jsou šroubovací svorky (např. typu RSA nebo WDU), ve kterých se vodiče upevní pomocí šroubů. Druhým typem jsou takzvané WAGO svorky (např. typu ZDU nebo ZDK). V těchto svorkách funguje upevnění na principu pružiny.

Při osazování svorek se dále používají takzvané zarážky. Zarážky slouží k trvalému upevnění k DIN liště, protože na rozdíl od svorek po připevnění s nimi jde pohybovat jen stěží. Tyto zarážky se dávají vždy na začátek a konec celé svorkovnice. U některých typů svorek, je dále potřeba použít záda. Tyto záda se dávají vždy na konec svorkovnice, popřípadě do míst, ve kterých se mění velikost svorek. Slouží k zakrytí živé části svorky.

V případě, že se v rozvaděči bude zapojovat velké množství ochranných či středních vodičů, je možné použít tzv. můstek. Jedná se vlastně o svorkovnici, která obsahuje větší množství otvorů pro připevnění ochranných nebo středních vodičů.

Abychom poznali, o které svorky se vlastně jedná, musíme je opět popsat. Popisování se většinou provádí pomocí plastových štítků, které se potisknou pomocí tiskárny Weidmüller. Štítky se vyrábí v různých provedeních. Mezi nejčastěji používané patří například DEK 5/5, DEK 5/6, DEK 5/6,5, DEK 12/5, WAD 5... Tyto popisky se následně nacvaknou na jednotlivé svorky. Poté se popisky nacvaknou i na zářezky. Popisky zářezek se tisknou na štítky typu WAD 5 a obsahují název svorkovnice, která se za touto zářezkou nachází.



Obrázek č.1 Popisování svorkovnic

3.6 Popisování vodičů

3.6.1 Popis pomocí Partexů

Jedna z možností pro popis vodičů je pomocí takzvaných partexů. Jsou to plastové návlečky, které na sobě mají napsány jeden znak. Tyto návlečky obvykle znázorňují místo připojení. Partexy musí být na vodič nasazeny tak, aby byly čitelné zleva doprava, případně zdola nahoru.



Obrázek č.2 Popisování vodičů pomocí partexů

3.6.2 Popis pomocí smršťovací bužírky

Další z možností pro popis vodičů je pomocí smršťovací bužírky. Na bužírku se obvykle pomocí tiskárny natiskne, odkud a kam vodič vede. Například pokud vede vodič z výstupu 2 jističe FA1 na vstup 1 stykače KM1, bude tento popisek napsán následovně. Na straně jističe bude popisek

2/-KM1:1 a na straně stykače bude –FA1:2/1. Následně se bužírka natočí tak, aby byla dobře čitelná a pomocí horkovzdušné pistole se na vodiči trvale zataví.



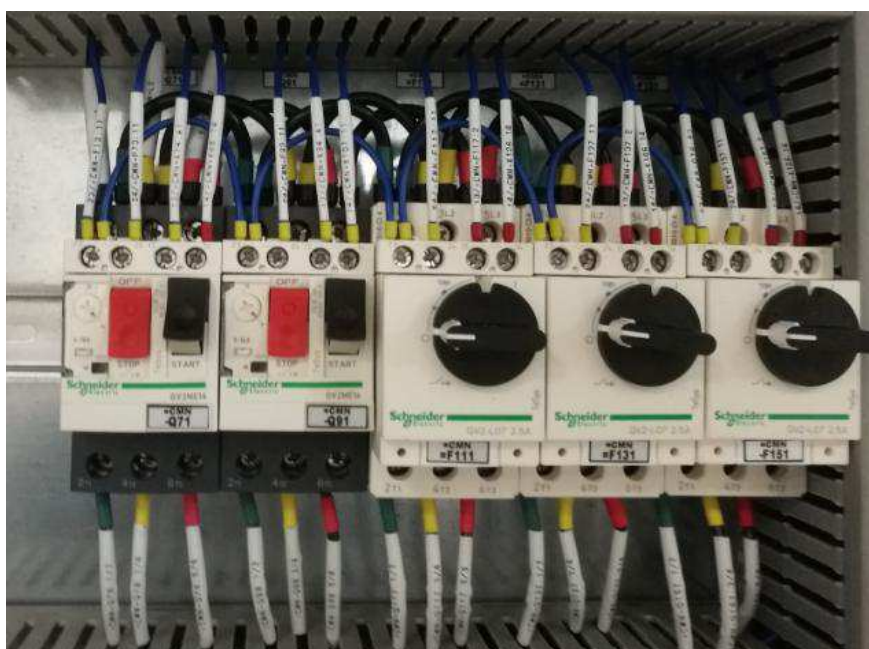
Obrázek č.3 Popisování vodičů pomocí srmšťovací bužírky

3.6.3 Popis pomocí plastových štítků

Popisování pomocí plastových štítků se provádí u vodičů větších průřezů. Tyto štítky se obvykle natisknou na tiskárně a pomocí stahovacích pásek se připevní k vodiči. Formát popisu je stejný jako při popisování pomocí smršťovací bužírky.

3.6.4 Označování vodičů v Rusku

V některých státech mají na popisování vodičů speciální požadavky. Například v Rusku mají všechny třífázové vodiče speciální značení. Při značení pomocí partexů je na každém fázovém vodiči kromě místa připojení také napsáno, o kterou fázi se jedná (L1, L2 a L3). Dále je na každém vodiči barevná smršťovací bužírka. Pro první fázi se používá zelená barva, pro druhou fázi žlutá barva a pro třetí fázi červená barva.



Obrázek č.4 Barevné značení vodičů v Rusku

3.7 Volba barvy a tloušťky vodičů

Tloušťka vodiče se obvykle volí, dle následující tabulky.

Tabulka 1.1: *Minimální a maximální připojitelné průřezy měděných vodičů*

Jmenovitý proud [A]	Tuhý a slaněný vodič průřezy minimální maximální [mm ²] [mm ²]		Ohebný vodič průřezy minimální maximální [mm ²] [mm ²]	
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
12	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50

Převzato z ČSN EN 60439-1 příloha A

Barvy jednotlivých vodičů:

Černá – fázové vodiče (L1, L2, L3)

Modrá – střední vodiče (nulové vodiče)

Zelenožlutá – zemnicí vodiče

Hnědá – vodiče měřících obvodů

Tmavě modrá – vodiče pro stejnosměrné vedení 12/24V DC

Bílá – vodiče jdoucí z baterie, vodiče analogových obvodů

Červená – vodiče pro ovládací obvody 230V AC

Oranžová – vodiče pro řídicí obvody napájené z cizího zdroje (obvody pod napětím při vypnutém hlavním jističi)

Barvy vodičů se dle norem jiných států, či přání zákazníka mohou lišit.

3.8 Zapojování vodičů

Zapojování vodičů provedeme podle dokumentace. Jako první krok obvykle zapojíme silový obvod, který je tažen vodiči černé barvy většinou o větším průřezu než ostatní okruhy.

Následně, pokud se v rozvaděči nachází, zapojíme obvod UPS, který je na rozdíl od silového obvodu tažen oranžovými vodiči, které bývají menšího průřezu než silový obvod.

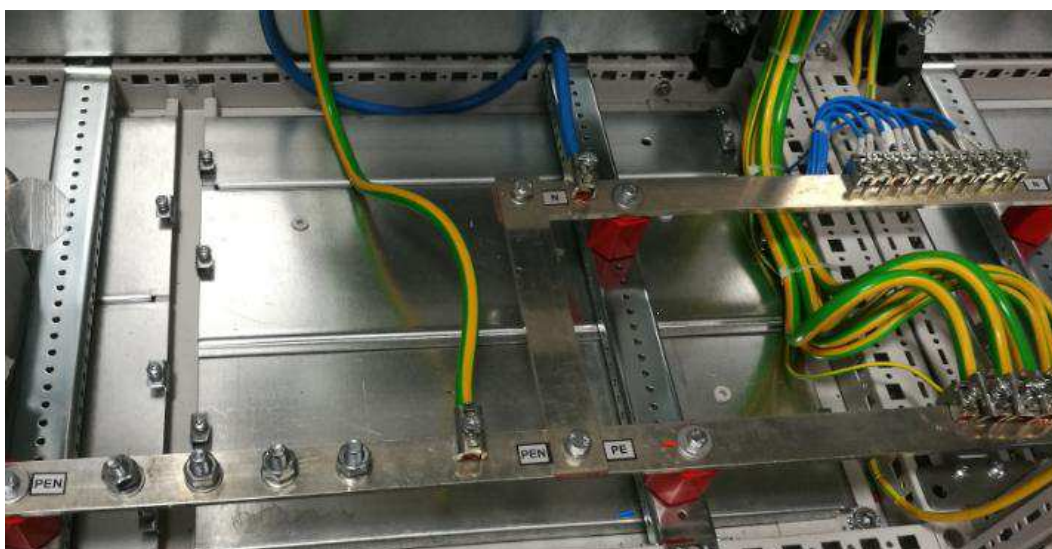
Poté zapojíme všechny ostatní obvody například řídicí, ovládací, měřicí. Tyto obvody už jsou většinou taženy vodiči malých průřezů.

Nakonec zapojíme všechny střední vodiče (N) a ochranné vodiče (PE). Střední vodiče bývají taženy modrou barvou a ochranné vodiče barvou zelenožlutou.

3.9 Zemnění skříně

Zemnění značí vodivé spojení určitého místa v rozvaděči (např. kostry) se zemí. Pokud v rozvaděči nastane porucha a kostrou začne procházet poruchový proud, pak je tento proud z kostry sveden přes zemnicí vodič do země a poruchový proud se nemůže nijak škodlivě projevit.

Při zemnění musí být vzájemně spojeny všechny části skříně. Toto spojení se provádí pomocí zelenožlutého vodiče. Většinou se jedná o propojení kostry, dveří, boční a zadní stěny skříně a střechy. Dále musí být provedeno spojení montážního panelu nebo rámu s celou zemnicí soustavou. Pokud se jedná o sestavu, která se skládá z několika spojených skříní, musí být i tyto skříně vzájemně spojeny. Na závěr musíme všechny místa spojení označit pomocí nálepky.



Obrázek č.5 Zemnění PEN

3.10 Finální úpravy

Než se vloží montážní panel do skříně, musí se ve skříně provést několik úprav.

Pokud se jedná o soustavu několika skříní, musí se tyto skříně vzájemně spojit. Nejdříve je ovšem potřeba v místě spojení nalepit těsnění. Těsnění chrání rozvaděč před vniknutím vody, prachu a

jiných nečistot. Následné spojení se provede pomocí spojovacích dílů, které jsou obvykle posílány spolu se skříní.

V případě, že se na některých částech skříně nachází například topení, větráky, přepínače, kontrolky, vývodky, atp., je třeba vytvořit pro tyto přístroje otvory. V případě menších kulatých otvorů například na vývodky, přepínače, či kontrolky, se otvory vytvoří pomocí hydraulického prostřihovače nebo vykružováku. Větší otvory například na topení, větráky nebo různé monitory, se vyřežou pomocí přímočaré pily. Následně se do vytvořených otvorů namontují dané přístroje.

Následně můžeme do skříně vložit montážní panel. Panel se ke skříní upevní pomocí držáků, které se ve skříní nachází. Držáky jde obvykle jednoduše posunout dle potřeby. Když jsou držáky na správném místě, je možné montážní panel upevnit k držákům pomocí šroubů. Poté z montážního panelu vyvedeme ochranný vodič, který spojíme s celou zemnicí soustavou.

V dalším kroku dokončíme ostatní úpravy. Patří zde například vložení molitanové pěny, která se obvykle nachází ve spodní části rozvaděče a jsou přes ni vedeny kabely. Pokud se v rozvaděči nachází plochá přípojnice (N, PE nebo PEN), upevníme ji do rozvaděče přes izolátory. Následně přípojnicí popíšeme a zapojíme na ni dané vodiče. Jestliže se v rozvaděči nachází zdroj UPS, připravíme držák pro jeho upevnění. Držák je obvykle tvořen závitovými tyčemi, na kterých se nachází lišta, se kterou pomocí matek připevníme UPS zdroj.

Na závěr musíme všechny přístroje umístěné na skříní popsat. Všechny přístroje se z vnitřní části rozvaděče popíší pomocí samolepících štítků. Kontrolky a přepínače z vnější strany rozvaděče můžeme popsat opět pomocí samolepících štítků, ale obvykle bývají popsány pomocí tzv. gravírovaných štítků. Tyto štítky obsahují ve spodní části lepicí vrstvu pomocí, které je upevníme na určené místo. Následně přes dva otvory ve štítku vyvrtáme díry do skříně, do kterých vložíme kovové nýtky a kladivem je rozklepneme. Poté na přední část skříně nalepíme bezpečnostní tabulky a název celého rozvaděče.

3.11 Zkoušení

Než rozvaděč zabalíme, je potřeba ho celý odzkoušet. Zkoušení rozvaděče je velice zodpovědná práce, proto musíme mít potřebné znalosti a praxi, k této činnosti.

Na začátku obvykle provedeme vizuální kontrolu. Při kontrole se zaměřujeme například na to, zda jsou všude dodrženy barvy a průřezy vodičů. Dále je potřeba zkontrolovat, zda jsou všechny přístroje i vodiče správně popsány.

Předtím než rozvaděč připojíme k síti, je potřeba zkontrolovat správnost zapojení dle dokumentace, aby nedošlo například ke vzniku zkratu. Zkoušíme i to, zda všechny vodiče pevně drží na svém místě, aby například při přepravě nedošlo k jejich odpojení. V případě, že se zapojení shoduje s dokumentací, můžeme rozvaděč připojit k síti. Následně je možné provést zkoušku elektrické funkce všech přístrojů a zařízení.

Po odzkoušení se dále dovnitř rozvaděče nalepí výrobní štítek. Na tomto štítku jsou uvedeny informace o daném rozvaděči, například název rozvaděče, výrobní číslo, stupeň krytí, jmenovitý proud rozvaděče, rok a místo výroby, druh soustavy... Na závěr se celý rozvaděč nafotí a fotky se uloží na server.



Obrázek č.6 Výrobní štítek

Mezi další zkoušky patří například zkouška ochrany krytí IP, zkouška dielektrických vlastností, zkouška spojení neživých částí a ochranného vodiče, zkouška mechanických vlastností, zkouška oteplením a další.

3.12 Balení a přeprava

Vzhledem k tomu, že se rozvaděče většinou přepravují pomocí nákladního auta, či vlaku, musíme je zabalit tak, aby při přepravě nemohlo dojít k jejich poškození.

Pro lehčí manipulaci bývá rozvaděč obvykle umístěn na paletu. Tyto palety se většinou vyrábí na míru přesně na daný rozvaděč. Pokud máme paletu připravenou, můžeme na ni umístit rozvaděč. Většina rozvaděčů má ve spodní části podstavec, ve kterém jsou díry, které slouží pro upevnění rozvaděče k paletě. Přes tyto díry pomocí vrutů připevníme rozvaděč.

Následně všechny pohyblivé části přístrojů uvnitř rozvaděče zaaretujeme. Pokud se uvnitř nachází i choulostivé přístroje, je lepší je vyjmout a umístit je do příbalu, který pošleme současně se skříní. Poté už můžeme celý rozvaděč uzavřít.

Posledním krokem je samotné balení. Na všechny hrany rozvaděče, které by se mohly během přepravy poškodit, musíme umístit pěnové rohy. Pokud skříň rozvaděče obsahuje přístroje, které vystupují do prostoru, musíme tyto přístroje chránit například pomocí kartonu nebo polystyrénu. Následně můžeme celý rozvaděč pomocí balicí fólie zabalit. V některých případech můžeme ještě celý rozvaděč pro větší stabilitu upevnit pomocí vázací pásky. Nakonec rozvaděč pomocí paletového vozíku dopravíme do nákladního auta, které ho dopraví na určené místo.

4 Pracovní postup při výrobě konkrétních rozvaděčů

4.1 Výroba pultového rozvaděče do Thajska

V této zakázce bylo potřeba vyrobit ovládací nerezový pult. Dokumentaci k této zakázce vytvořila firma Ingeteam. Jako první krok museli naši projektanti vytvořit v programu AutoCAD plánek, podle kterého se do pultu vyvrtají a vyřežou díry na jednotlivé prvky, kterými se bude panel osazovat. Následně se pult poslal na firmu, kde se pomocí CNC stroje celý pult připravil a poté se dopravil zpátky k nám.

Dalším krokem bylo připravit plech, který se nacházel uvnitř pultu. Tento plech obsahoval jen jednu DIN lištu a žlab. Na DIN liště se nacházelo asi 60 svorek typu RSA 2,5. Pro lepší přípravu jsem si plech vytáhl ven, kde jsem si rozkreslil všechny pomocné čáry, podle kterých jsem následně plech navrtal a osadil. Po připravení plechu jsem ho umístil zpět do pultu, kde se pomocí matek upevnil.

Následně jsem musel podle CAD dokumentace osadit všechny prvky ovládacího panelu. Vzhledem k tomu, že se všechny přístroje nacházely na vrchní odnímatelné části pultu, tak jsem si pro lepší práci tento díl oddělal a položil na podstavce. Některé prvky do otvorů úplně nepasovaly, proto jsem musel některé části ještě vybrousit. Na tomto panelu se nacházely různé tlačítka, kontrolky, přepínače, měřicí přístroje, joysticky a dotykový monitor. Po osazení bylo třeba jednotlivé prvky popsat. Vzhledem k tomu, že se popisování provádí z vnitřní strany, tak jsem musel brát v úvahu, že jsou všechny přístroje oproti nákresu zrcadlově otočené.



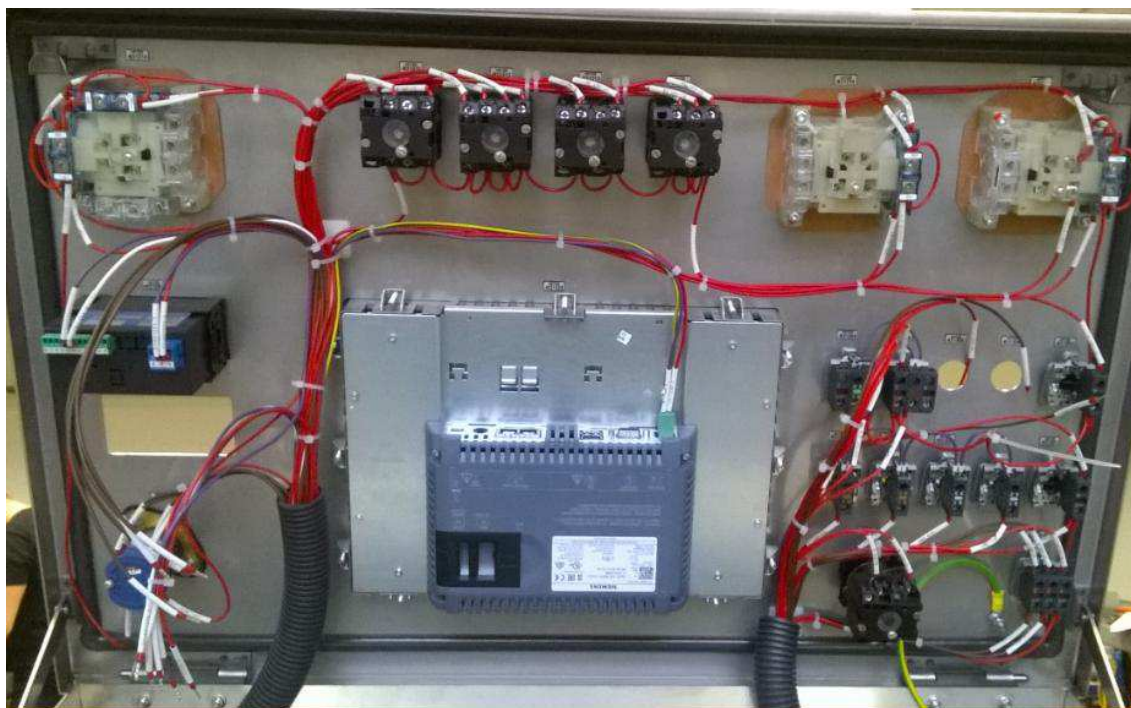
Obrázek č.7 Ovládací panel pultového rozvaděče

Poté už jsem mohl začít zapojovat. Vzhledem k tomu, že použité přístroje nepotřebovaly ke své funkci velký proud, tak jsem pro zapojení zvolil slané vodič o průřezu 1 mm². Barvy vodičů musely být zvoleny tak, aby odpovídaly barvám vodičů v rozvaděči, ke kterému byl tento pult připojen. Pro tento pult byly použity vodiče převážně červené barvy dále pak fialové, hnědé, šedé a

žlutozelené barvy. Červený vodič byl použit pro všechny silové vodiče v ovládací části. Fialový vodič byl použit, jako nulový vodič v ovládací části. Vodiče pro měřicí obvod byly taženy hnědou barvou. Ochranné vodiče měly tradičně zelenožlutou barvu.

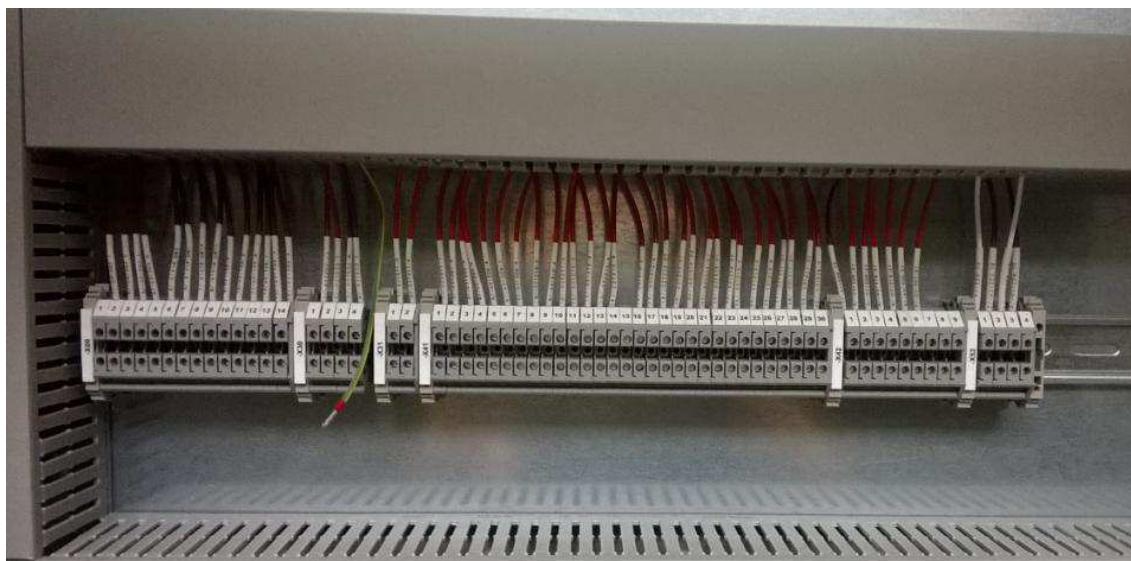
Všechny vodiče, mimo těch, u kterých bylo viditelné, odkud a kam vedou, jsem musel popsat. Popisování bylo provedeno pomocí bílé smršťovací bužírky. Popisky byly ve formátu: místo odkud vodič vede/místo kam vodič vede. Pro příklad: 1/-HL01:X1 (vodič tažen ze svorky číslo 1 na svorku X1 kontrolky -HL01) X1/-X00:1 (vodič tažen ze svorky X1 kontrolky -HL01 na první svorku svorkovnice -X00)

Podle dokumentace jsem postupně zapojil všechny přístroje. Vzhledem k tomu, že některé přístroje ještě nebyly dodány, musel jsem natáhnout dráty „do prázdna“. U vodičů, které vedly do svorek, jsem musel nechat zhruba metrovou rezervu, aby je bylo možné bez problému zapojit. Když už jsem měl všechny přístroje zapojené a náležitě popsané zbývalo mi už jen vodiče jdoucí do svorek protáhnout přes plastovou trubici tzv. „husí krk“, která slouží pro jejich ochranu. Všechny konce vodičů jsem pomocí izolační pásky omotal, aby bylo jednodušší je protáhnout přes plastovou trubici.



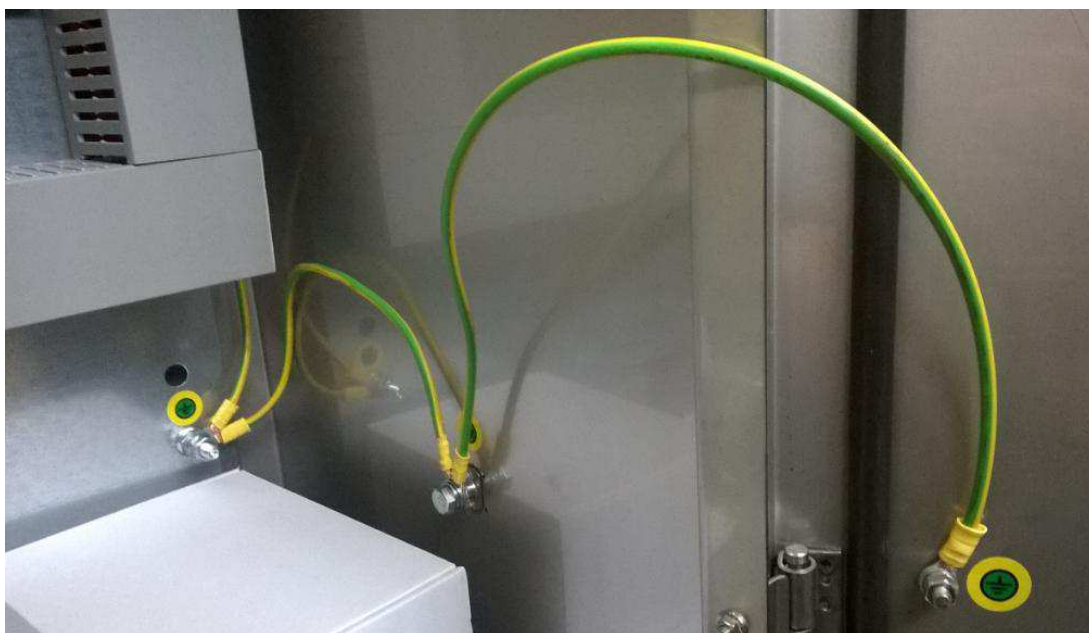
Obrázek č.8 Zapojení pultového rozvaděče

Následně jsem připravený horní díl připevnil zpět k pultu. Vodiče, které vedly do svorek, jsem protáhnul přes připravené žlaby. Poté jsem je postupně zkracoval na potřebnou délku a zapojil je na své místo. Všechny žlaby jsem následně pomocí krytu uzavřel. Zatahovací bužírky na vodičích jsem natočil tak, aby byly dobře čitelné a pomocí horkovzdušné pistole je zatavil. Poté jsem vyvážal všechny volné vodiče, tak aby to vypadalo úhledně.



Obrázek č.9 Svorkovnice pultového rozvaděče

Nakonec zbývalo už jen celý rozvaděč pomocí zelenožlutého vodiče uzemnit. Musely se propojit všechny části rozvaděče (dveře, boky, plech, ovládací panel). Poté se už celý rozvaděč odzkoušel, vysál, zabalil a poslal se k zákazníkovi.



Obrázek č.10 Uzemnění pultového rozvaděče

4.2 Montáž a zapojení rozvaděčů Arcelor Mittal Frýdek Místek

Vzhledem k tomu, že se ve firmě Arcelor Mittal ve Frýdku Místku nacházely už velice staré rozvaděče a ovládací pulty a jejich životnost už se blížila ke konci, bylo potřeba je vyměnit za nové. Proto si najali naši firmu, abychom jim tyto zastaralé rozvaděče zrekonstruovali. Pár týdnů před samotnou montáží se všechny rozvaděče a ovládací pulty připravily, tak aby na místě byla provedena jen samotná montáž a zapojení.

Den před samotnou montáží se všechny rozvaděče a pulty daly na palety a pečlivě zabalily, tak aby se nepoškodily při přepravě. Poté se všechny naložily do auta, které je dovezlo až na místo. Na místě se vyložily a pomocí jeřábu se všechny dopravily na své stanoviště, kde bude probíhat samotná montáž.

Druhý den ráno, jsme si sbalili všechny potřebné věci do aut a vyrazili. Následně jsme dojeli na hlavní bránu Arcelor Mittal. Protože to byla moje první práce v tomto podniku, musel jsem si vyřídit vstupní kartu. Poté jsme na vrátnici museli vypsát seznam všech věcí, které v autech vezeme, včetně jejich evidenčních čísel. Podle tohoto seznamu bude provedena kontrola, až budeme z areálu vyjíždět ven. Slouží to jako prevence proti krádeži. Od té doby, co jsme projeli vrátnici, museli jsme na sobě mít pracovní oděv s dlouhými rukávy, boty s pevnou špičkou, ochrannou helmu a brýle. Pokud bychom na sobě něco z toho neměli a přistihl by nás bezpečnostní technik, hrozila by nám velká pokuta.

Následně jsme se dopravili do mořírny na halu, kde měla probíhat samotná práce. Nejdříve bylo potřeba odpojit celou halu od sítě. Když jsme si byli jistí, že žádné ze zařízení není pod napětím, mohli jsme začít s demontáží zastaralých rozvaděčů. Nejdříve jsme všechny staré rozvaděče začali odpojovat. Některé staré kabely ovšem bylo potřeba zanechat, proto jsme museli zaznačit stávající zapojení vodičů. Vzhledem k tomu, že některé popisky vodičů a svorkovnic nebyly již po tolika letech moc čitelné, musel nám hlavní projektant z firmy Ingeteam poskytnout staré dokumentace, podle kterých jsme mohli určit, které vodiče se zachovávají a které už v rozvaděči nejsou potřeba. Vodiče, které zůstanou i v novém rozvaděči, bylo potřeba popsat, tak aby bylo jasné, kam daný vodič bude zapojen. Následně se staré rozvaděče a pulty demontovaly a odnesly do kontejneru. Na jejich místo byly poté namontovány nové. Nepotřebné kabely se zaizolovaly a stáhly do kanálů, ve kterých jsou kabely vedeny. Tyto kanály jsou uzavřeny pomocí plechových krytů, které se dají jednoduše oddělat, aby jimi bylo možné natáhnout nové kabely, případně odebrat ty, které již nejsou v rozvaděčích potřebné. Těmito kanály jsme natáhli nové kabely, které sloužily pro systémy umístěné ve všech nových rozvaděčích a pomocí těchto kabelů spolu vzájemně komunikovaly. Když byly všechny kabely vytaženy k rozvaděčům, protáhly se přes vývodky dovnitř. Následně se zapojily do svorek nových rozvaděčů a pultů. Pomocí žlutozeleného vodiče se všechny nové rozvaděče a ovládací pulty uzemnily. Poté se z nich vysál všechn prach a nečistoty a pomocí lihu se všechny vyčistily, aby během předání byly v perfektním stavu.



Obrázek č.11 Zapojení ovladačího panelu pultového rozvaděče ve společnosti Arcelor Mittal



Obrázek č.12 Systém pultového rozvaděče ve společnosti Arcelor Mittal

4.3 Výroba skříňového rozvaděče do elektrárny Dětmarovice

V této zakázce jsem se zabýval výrobou rozvaděče, do elektrárny v Dětmarovicích. Dokumentaci k tomuto rozvaděči vytvořili projektanti v naší firmě.

Tělo tohoto rozvaděče bylo tvořeno montážním rámem. Tento rám jsme si sami složili, dle našich potřeb. Rozvaděč obsahoval několik třífázových a jednofázových odpojovačů a třífázové stykače. Ve spodní části se nacházely svorkovnice, které se skládaly ze svorek typu RSA. Na dveřích skříně tohoto rozvaděče se dále nacházelo několik zelených kontrolky a přepínače.

Zjednodušený popis zapojení tohoto rozvaděče:

Prívod tohoto rozvaděče tvořila na levé straně svorkovnice se třemi šedými a jednou modrou svorkou typu RSA 25. Do šedých svorek byly zapojeny černé slané vodiče o průřezu 25 mm², které tvořily silový obvod a byly připojeny k hlavnímu vypínači. Výstupy z vypínače byly dále připojeny k pěti třífázovým odpojovačům, které byly vzájemně propojené pomocí vodiče o průřezu 16 mm². Odvody z každého odpojovače byly připojeny na vstupní svorky pěti stykačů pomocí vodiče o průřezu 10 mm². Z výstupních svorek stykačů vodiče dále pokračovaly zpátky do svorkovnice, která byla tvořena šedými svorkami typu RSA 10. Z modré svorky byly taženy dva vodiče o průřezu 16 mm². Jednalo se o svorku PEN, ze které byl tažen střední a ochranný vodič. Oba vodiče byly připojeny na můstek, který se nacházel ve spodní části rozvaděče. Na pravé straně bylo zapojení obdobné.

Další svorkovnice byla tvořena šedými svorkami typu RSA 2,5. Na tuto svorkovnici byly připojeny černé slané vodiče o průřezu 1,5 mm². Tyto vodiče byly zapojeny na vstupní svorky jednofázových odpojovačů, ze kterých vodiče dále pokračovaly do napájecích svorek stykačů A1. Dále se z této svorkovnice šlo na kontakt 64 všech stykačů a na přepínače. Ze svorky 63 těchto stykačů byla napájena část kontrolky umístěných na dveřích skříně.

Na dveřích skříně se nacházelo sedm řad, které obsahovaly dvě kontrolky a přepínač. Pomocí přepínače bylo možné přepínat mezi manuálním ovládáním a automatickým ovládáním pomocí stykačů. Kontrolky sloužily pro informování, v jakém režimu je rozvaděč provozován. Vodiče, které vedly z rozvaděče ke kontrolkám a přepínačům, bylo potřeba provléct přes ochrannou plastovou trubici, která je chrání vůči mechanickému opotřebení (například při otvírání a zavírání dveří). Pomocí stahovacích pásek se trubice upevnila do vhodné polohy. Následně se ke všem prvkům na dveřích nalepil plastový montážní žlábek, přes který byly všechny vodiče vedeny.

Použitý přepínač se skládal ze dvou spínacích kontaktů. Sepnutím prvního kontaktu byl zapnut automatický režim, který byl ovládán elektronicky pomocí stykačů a byl propojen s kontrolkou, která značila automatické řízení. Sepnutím druhého kontaktu byl zapnut manuální režim ovládání, který byl opět propojen s kontrolkou, která značila manuální řízení. Všechny svorky stykačů A2 a kontrolky X2, byly propojeny pomocí modrého středního vodiče o průřezu 1,5 mm², který byl tažen z nulového můstku.

Všechny vodiče, které byly taženy na dveře, musely být popsány. Popisování bylo provedeno pomocí bílé smršťovací bužírky. Formát popisků vypadal následovně: KM1:63/SA1.1:X1 – vodič byl tažen ze svorky 63 stykače KM1 na kontrolku SA1.1 svorku X1.

Na závěr bylo potřeba celý rozvaděč uzemnit a uzavřít pomocí krytů. Tyto kryty jsou vyráběny z tvrdého plastu a jsou upevněny k plechovému rámu. Montáž krytů je velice jednoduchá.



Obrázek č.13 Zapojení skříňového rozvaděče do elektrárny v Dětmarovicích



Obrázek č.14 Zapojení kontrolky a přepínačů na skříňovém rozvaděči do elektrárny v Dětmarovicích

4.4 Výroba rozvaděčů do Ruska

V této zakázce bylo potřeba vyrobit 48 velice podobných rozvaděčů do Ruska. Dokumentaci k této zakázce vytvořila opět firma Ingeteam. Po obdržení dokumentace naši projektanti vytvořili CAD, podle kterého jsem si připravil montážní panel. Následně jsem si celý plech osadil a polepil. Tyto rozvaděče byly osazeny jističi a pomocnými kontakty Siemens, zdroji 24V/DC, elektronickými pojistkami Weidmüller maxGuard 24V/DC, relátka 24V a 230V Siemens, řídicím systémem Siemens, zásuvkou, termostatem, topením a světlem. Ve spodní části bylo asi 30 kusů svorek typu ZDU, zemnicí můstek a stínící hřeben, který byl připevněn přes malé izolátory. Tyto hřebeny se používají pro stínění větších systémů. Stínění se provádí z důvodu ochrany před rušením, způsobeným elektromagnetickým polem.

Zjednodušený popis zapojení těchto rozvaděčů:

První svorkovnice obsahovala tři svorky. První byla pro fázový vodič L, druhá pro střední vodič N a třetí pro ochranný vodič PE. Silový obvod byl tažen černým slaněným vodičem o průřezu $1,5 \text{ mm}^2$ z první svorky této svorkovnice a vedl do vstupní svorky hlavního vypínače. Výstupní svorka tohoto vypínače byla propojena se vstupními svorkami třech jističů. Výstup z prvního jističe sloužil k napájení zásuvky. Vodič tažený z výstupu druhého jističe vedl na termostat, ze kterého vodič následně vedl přes relé až na topení. Třetí jistič sloužil pro napájení světla, které bylo upevněno v horní části rozvaděče. Střední vodič, vedl z druhé svorky této svorkovnice, na pět modrých svorek svorkovnice, která byla umístěná v horní části rozvaděče. Těchto pět svorek bylo propojeno pomocí propojovacího hřebenu WDU 2,5. Z této svorkovnice byly následně taženy střední vodiče pro světlo, topení, termostat a zásuvku.

Druhá svorkovnice obsahovala šest svorek. Svorky 1,2,4,5 byly šedé barvy a svorky 3 a 6 byly žlutozelené barvy. Z šedých svorek byly taženy oranžové vodiče o průřezu $2,5 \text{ mm}^2$. Tyto vodiče byly připojeny na dva jednofázové jističe s nulovým kontaktem. Vstupní svorky druhého jističe byly dále propojeny se svorkami všech následujících jističů. Toto propojení bylo realizováno pomocí propojovacích hřebenu. Propojovací hřebeny nám můžou výrazně ulehčit práci. Jsou vyráběny v různých variantách, například jednofázové, dvoufázové, třífázové, s pomocným kontaktem atp. Mezi jejich výrobce patří například firmy Schrack nebo OEZ. Z výstupních svorek prvních dvou jističů byly nataženy oranžové vodiče o průřezu $1,5 \text{ mm}^2$. Tyto vodiče byly připojeny na dva zdroje 24V/DC. Z těchto zdrojů vedly tmavě modré vodiče o průřezu $2,5 \text{ mm}^2$, které byly připojeny na napájení elektronických pojistek. Všechny pojistky byly pomocí propojovacích hřebenu spojeny s napájením. Z těchto pojistek byly dále taženy tmavě modré vodiče o průřezu 1 mm^2 . Většina vodičů sloužila pro napájení patič systému Siemens. Zbylé vodiče sloužily pro napájení relátek 24V a ostatních přístrojů. Vodiče z relátek 24V dále pokračovaly na systém Siemens.

Ze zbylých jističů vedly oranžové vodiče o průřezu $1,5 \text{ mm}^2$ a byly napojeny na svorky A1 a A2 relátek 230V, ze kterých následně pokračovaly do svorek. Z prvního relátka 230V byly ze svorek 13 a 14 vytaženy tmavě modré vodiče o průřezu 1 mm^2 , které byly následně vyvedeny na kontrolku, která byla připevněna na dveřích.

4.5 Výroba přechodových krabic

Tato zakázka zahrnovala výrobu 118 kusů přechodových krabic. V každé krabici se nacházela DIN lišta se svorkovnicí a vývodky. Některé krabice obsahovaly také přepínače nebo kontrolky.

Krabice byly v různých velikostech. Od nejmenších, které měly rozměr 70 mm na 80 mm až po ty největší, které měly 350 mm na 220 mm. Všechny krabice byly vyrobeny z tvrdého plastu o tloušťce asi 3 mm.

Prvním krokem bylo vyděrování děr na vývodky, které se nacházely ve spodní části krabic. Před vrtáním jsem musel všechno pečlivě rozměřit, protože v některých krabicích nebylo moc místa a vývodky musely být umístěné těsně vedle sebe. Poté co jsem měl všechny pomocné čáry narýsované, mohl jsem vyvrtat díry o průměru 9,5 mm. Otvory na vývodky velikostí M20 a M25 jsem následně pomocí vykružováku vyvrtal. Otvory na menší vývodky o velikosti M16, jsem vyděroval pomocí hydraulického prostřihovače. To se provádí tak, že přes vyvrtanou díru prostrčíme závitovou tyč prostřihovače a z druhé strany na ni upevníme čelist, která následně pomocí hydraulické síly projde skrz stěnu krabice a tím vytvoří otvor. Děrování těchto otvorů, jsem musel provést velice opatrně, protože stěny krabic byly velice křehké. Následně jsem do vytvořených děr vložil vývodky, kontrolky nebo přepínače a pomocí matky jsem je dotáhl.

Dalším krokem bylo nařezání DIN lišt, které jsem následně vyvrtal tak, aby je bylo možné do krabic upevnit. Po upevnění jsem na DIN lišty dle dokumentace upevnil svorky. Všechny svorky byly typu ZDUA 2,5, šedé, modré nebo žlutozelené barvy. V některých případech bylo potřeba některé svorky vzájemně propojit. Toto propojení jsem realizoval pomocí propojovací hřebenu WDU, který se do svorek zasune a tím vytvoří propojovací cestu mezi svorkami.

Dále bylo potřeba všechny svorky popsat. Popisování jsem opět prováděl pomocí plastových popisovacích štítků DEK 5/5, které jsem natiskl na tiskárně a následně nacvakl na svorky. Název celé svorkovnice jsem vytisknul na štítek DEK 12/5 a upevnil na první zarážku. Nakonec jsem zevnitř do horní části nalepil názvy jednotlivých krabic.

Jako poslední krok bylo potřeba pomocí gravírovaných štítků popsat přední část krabic. Tyto štítky jsou vyráběny pomocí různých technologií. Jedná se vlastně o vyrývání textů do těchto štítků. Každý štítek obsahuje ve spodní části lepicí vrstvu, pomocí které jsem je přilepil na potřebné místo. Dále se na něm nachází dva otvory. Přes tyto otvory jsem pomocí vrtáku o průměru 1,8 mm vyvrtal díry, do kterých jsem následně vložil kovové nýtky, které jsem pomocí kladívka rozklepl a tím štítek upevnil.

5 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

V průběhu odborné praxe ve firmě ELFROM SERVICE s.r.o. jsem mohl využít znalosti, získané během studia na vysoké škole. Nejvíce jsem na této praxi využil znalosti z předmětů elektrické stroje a přístroje. Během celé praxe jsem přišel do styku s nepřeberným množstvím elektrických přístrojů, jako jsou například jističe, stykače, různá relé, vypínače, odpojovače... Dále jsem mohl využít znalosti z předmětů technická dokumentace a elektrická měření.

6 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Během své praxe jsem se ocitl i v situacích, kdy mi mé současné dovednosti nestačily. Obvykle se jednalo o dovednosti, ke kterým se člověk dostane do větší hloubky až během praxe. Při mém nástupu do praxe mi největší problémy dělalo orientování v technických dokumentacích, které většinou byly velice rozsáhlé. Během krátké doby se ovšem mé znalosti zlepšily, takže jsem se vyznal i v těch složitějších dokumentacích.

Také mi na začátku muselo být vysvětleno, jakým způsobem se připravují a osazují montážní panely a kostry. Dále mi museli ukázat, jak se pracuje se softwary a tiskárnami pro popisování přístrojů, svorkovnic a vodičů. U popisu vodičů mi byly vysvětleny všechny způsoby popisování, včetně výjimek jako je například popisování vodičů v rozvaděčích, které budou poslány do Ruska.

7 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Výsledkem mé odborné praxe ve firmě ELPROM SERVICE s.r.o., je práce, ve které popisuji vybrané pracovní činnosti, které jsem během odborné praxe vykonával. V této práci je stručně popsán pracovní postup u vybraných úkolů. Vybrány byly jen některé úkoly, vzhledem k tomu, že pracovní postup je většinou velice podobný.

Celkově můžu praxi ve firmě ELPROM SERVICE s.r.o. zhodnotit velice pozitivně a jsem velice rád, že jsem si pro svou praxi vybral právě tuto firmu. Během své praxe jsem si mohl ověřit získané znalosti z minulých let studia a získat další cenné znalosti do budoucna. Dále jsem si mohl v praxi vyzkoušet činnosti, ke kterým bych se za normálních okolností dostal jen s těžší. Velice pozitivně musím zhodnotit i přístup celého vedení a spolupracovníků v této firmě, kteří ke mně byli po celou dobu velice vstřícní a v případě potřeby mi kdykoliv se vším poradili a pomohli. Absolvování odborné praxe právě v této firmě pro mě byla určitě skvělá zkušenost a doporučil bych to všem studentům třetího ročníku bakalářského studia.

Literatura:

[1] ELPROM SERVICE s.r.o. [online]. [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://elpromservice.cz/>

Seznam příloh:

Příloha A: *Interní protokol ze zkoušení rozvaděče*

Příloha A: Interní protokol ze zkoušení rozváděče

Protokol o Interním testu Rozváděče						
Vypracoval		Radim Vitásek		Elprom Service s.r.o.		
Rozváděč vydrátoval		Lasák Ondřej		Požární 1365/2		
Zakázka		18Zak00024		Ludgeřovice 747 14		
Název rozváděče		=404-RM1				
Datum		V.Č.:		0126-2018		
Přehled kontrolovaných bodů						Podpis
Pospojení skříně						
Dveře	Záda	Boky	Střecha	M.P.	Plechý	
Dotažení všech kontaktů příslušným momentem						
Jističe	Šrouby	Všechny šrouby				
Zkontrolování průřezů vodičů zda odpovídá proudům						
Všechny prvky v rozváděči						
Zkontrolování správnost a nastavitelnost prvků						
Všechny prvky v rozváděči						
Zkontrolovat správnost barevného označení dle zadání						
Všechny prvky v rozváděči						
Zkontrolovat popisy přístrojů						
Všechny prvky v rozváděči						
Proměření obvodů v rozváděčích						
Kontrola zapojení dle dokumentace						
Kontrola stavu skříně (poškrábání atd)						
Kontrola kvality gravírů a rovnost						
Dodání výstražných štítků						
Pod napětím	Kýbl	Blesky				
Kontrola stupně krytí dle dokumentace						
Dodání kompletní dokumentace a příbalů						
Nafotit rozváděč a uložit na server						
Umístit výrobní štítek						
Seznam Nedodělků						
Chybí SINAMICS G120 - 5T2						